

(51) Int.Cl. ⁶ G 06 T 7/20 H 04 N 7/18	識別記号 9061-5H	府内整理番号 F I G 06 F 15/70 H 04 N 7/18	技術表示箇所 410 K
---	-----------------	--	--------------------

審査請求 未請求 請求項の数20 O.L (全14頁)

(21)出願番号 特願平7-47655	(71)出願人 000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日 平成7年(1995)3月7日	(71)出願人 000003687 東京電力株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号
	(72)発明者 水澤和史 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
	(72)発明者 中基孫 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
	(74)代理人 弁理士 藤合正博

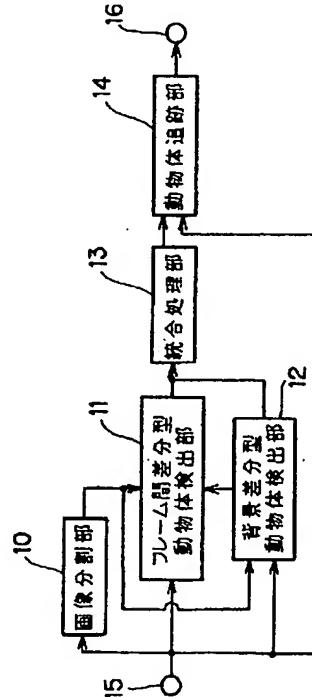
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 動物体検出・追跡装置と閾値決定装置

(57)【要約】

【目的】 動画像から動物体を検出、追跡する動画像追跡装置に関し、動物体検出時の差分間隔や閾値の最適制御、静止物体の特徴抽出などにより、安定した動物体の検出、追跡を実現する。

【構成】 フレーム間差分型動物体検出部11では、動き情報抽出部で求めた動物体の移動速度に基づきフレーム間隔制御部が差分間隔を制御し、隣接画素間差分値算出部により求めた差分値の頻度分布から求めた閾値を用いて動物体を検出する。二つの動物体検出部11、12の検出結果は、統合処理部13で動物体の存在確率に変換される。動物体追跡部14では動物体特徴抽出部、並びに、静止物体特徴抽出部で抽出した特徴量を動物体対応付け部、静止物体対応付け部により対応付ける。前記処理は画像分割部10で分割された領域毎に最適実行される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像中の動物体を検出する装置において、動画像のフレーム間差分を用いて動物体を検出するフレーム間差分動物体検出部と、前記フレーム間差分動物体検出部、あるいは、装置外部から入力される動物体の動き情報を抽出する動き情報抽出部と、前記動き情報抽出部の出力結果に応じて、前記フレーム間差分動物体検出部へ入力する動画像のフレーム間隔を制御するフレーム間隔制御部とを備えたフレーム差分型動物体検出装置。

【請求項2】 画像中の動物体を検出する装置において、1つ以上の動物体検出部と、前記動物体検出部から出力された結果を統合処理して画素毎に動物体の存在確率を出力する統合処理部とを備えた動物体検出装置。

【請求項3】 動物体検出部の1つとして、請求項1記載のフレーム差分型動物体検出装置を備えた請求項2記載の動物体検出装置。

【請求項4】 動画像から動物体を検出する動物体検出部と、前記動物体検出部により検出した動物体の位置と特徴とを抽出する動物体特徴抽出部と、前記動物体特徴抽出部の出力を動物体毎に記憶する動物体特徴記憶部と、前記動物体特徴検出部の出力と前記動物体特徴記憶部の内容とを比較して前記動物体検出部により検出した動物体を対応付けて追跡する動物体対応付け部と、動物体が静止したことを判定する静止判定部と、静止した動物体の位置と特徴とを記憶する静止物体特徴記憶部と、前記動物体特徴記憶部と前記静止物体特徴記憶部との内容を比較して静止物体を再び動物体として追跡する静止物体対応付け部とを備えた動物体追跡装置。

【請求項5】 検出された静止物体の位置と特徴とを抽出する静止物体特徴抽出部を備えた請求項4記載の動物体追跡装置。

【請求項6】 動物体検出部として、請求項1記載のフレーム間差分型動物体検出装置を備えた請求項4または請求項5記載の動物体追跡装置。

【請求項7】 動物体検出部として、請求項2記載の動物体検出装置を備えた請求項4または請求項5記載の動物体追跡装置。

【請求項8】 フレーム間差分画像から動物体を検出する際の閾値を、差分画像を用いずに原画像から直接決定する閾値決定部を備えた閾値決定装置。

【請求項9】 閾値決定部として、フレーム画像の隣接画素間差分値を算出する隣接画素間差分値算出部と、前記隣接画素間差分値算出部の出力を用いて動物体を検出する際の閾値を算出する閾値算出部とを備えた請求項8記載の閾値決定装置。

【請求項10】 閾値決定部として、隣接画素間差分値の頻度分布の変化率から動物体を抽出する際の閾値を算出する閾値算出部を備えた請求項9記載の閾値決定装置。

【請求項11】 閾値決定部として、隣接画素間差分値の頻度分布から正規分布の性質を用いて動物体を抽出する際の閾値を算出する閾値算出部を備えた請求項9記載の閾値決定装置。

【請求項12】 閾値決定部として、隣接画素間差分値の頻度分布のピーク値から動物体を抽出する際の閾値を算出する閾値算出部を備えた請求項11記載の閾値決定装置。

【請求項13】 閾値決定部として、隣接画素間差分値が予め定められた値となる頻度を求める頻度算出部と、予め定められた値となる頻度からエッジ検出の閾値を決定する閾値算出部とを備えた請求項11記載の抽出閾値決定装置。

【請求項14】 フレーム間差分型動物体検出部の一部として、請求項8記載の閾値決定装置を備えた請求項1記載のフレーム間差分型動物体検出装置。

【請求項15】 構成要素の一部として請求項8記載の閾値決定装置を有する動物体検出部を備えた請求項2記載の動物体検出装置。

【請求項16】 動物体検出部の一部として、請求項8記載の閾値決定装置を備えた請求項4記載の動物体追跡装置。

【請求項17】 フレーム画像を複数の領域に分割する画像分割部を備え、分割した領域毎に閾値を決定する請求項8記載の閾値決定装置。

【請求項18】 フレーム差分型動物体検出部の一部として請求項17記載の閾値決定装置を備えた請求項1記載のフレーム間差分型動物体検出装置。

【請求項19】 構成要素の一部として請求項17記載の閾値決定装置を有する動物体検出装置を動物体検出部の一つとして備えた請求項2記載の動物体検出装置。

【請求項20】 動物体検出部の一部として請求項17記載の閾値決定装置を備えた動物体追跡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、動画像から動物体を抽出、追跡する動画像抽出・追跡装置、並びに、フレーム間差分画像から動物体を抽出する際の閾値をフレーム画像そのものから決定する閾値決定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、動画像から動物体を検出、追跡する装置は、監視カメラを用いた監視システムにおいて盛んに利用されるようになってきた。この追跡装置として、例えば、「移動物体追跡を利用した屋外駐車場における車両計測」(長谷川、小沢、1993年電子情報通信学会論文誌V.1. J76-D2 No.7)にフレーム間差分を用いた装置が開示されている。また、複数の動物体検出部を併用した動物体検出装置として、例えば、特開平6-180749号公報に開示されているも

のがある。

【0003】以下、図15を参照してフレーム間差分を用いた従来の動物体追跡装置について説明する。図15において、1000、1005はフレームメモリ、1001、1006は遅延フレームメモリ、1002は差分器、1003は2値化部、1004はラベル付け部、1007は動物体追跡部、1008、1009は端子である。

【0004】以上のように構成された動物体追跡装置について、以下その動作を説明する。端子1008から入力された原画像はフレームメモリ1000に記憶される。このとき、遅延フレームメモリ1001には、予め定められた遅延時間だけ前のフレームメモリ1000の内容が記憶される。差分器1002は、フレームメモリ1000、並びに、遅延フレームメモリ1001から対応する画素値を読み出し、その差分値を2値化部1003へ出力する。2値化部1003は、予め定められた閾値により差分器1002からの出力を、例えば、閾値以上の値を動領域として1、それ以外の値を静止領域として0にそれぞれ2値化し、ラベル付け部1004へと出力する。ラベル付け部1004では、孤立点除去や、閉領域の塗り潰し処理などにより2値化部1003から入力される画像を整形した後、閉領域毎にラベルを付け、フレームメモリ1005へ出力する。このとき、各ラベルが一つの動物体に対応する。遅延フレームメモリ1006には、予め定められた遅延時間だけ前のフレームメモリ1005の内容が記憶される。動物体追跡部1007では、フレームメモリ1005、並びに、遅延フレームメモリ1006から記憶内容を読み出し、例えば、各動物体の重心位置を求め、フレームメモリ1005、遅延フレームメモリ1006間で重心距離が一定の距離以下となる最少の動物体同士を対応付けることで動物体を追跡する。端子1009からは、動物体追跡装置1007の追跡結果が outputされる。

【0005】次に、図16を参照して背景差分とフレーム間差分とを併用した従来方式の動物体検出装置について説明する。図16において、1010はフレーム間差分型動物体検出部、1011は背景差分型動物体検出部、1012は統合処理部、1013、1014、1015は端子である。

【0006】以上のように構成された動物体検出装置について、以下その動作を説明する。フレーム間差分型動物体検出部1010、並びに、背景差分型動物体検出部1011では、端子1013から入力される原画像を動物体は1、それ以外は0として2値化した後、その結果を統合処理部1012に出力する。なお、端子1014からは、予め背景画像が入力されている。統合処理部1012では、フレーム間差分型動物体検出部1010、並びに、背景差分型動物体検出部1011から入力される2値画像の論理積を取り、眞の動物体のみを抽出し

て、その結果を端子1015から出力する。

【0007】また、閾値を決定する装置は、監視システムなどにおいて動画像から動物体を抽出する際の閾値決定装置として盛んに利用されるようになってきた。この閾値決定装置として、例えば、「判別および最少2乗規準に基づく自動しきい値選定法」(大津、1980年電子通信学会論文誌Vo.1. J63D No.4)が開示されている。従来、フレーム間差分画像を2値化する場合、閾値決定装置は、2値化の対象となるフレーム間差分画像そのものを入力とし、判別分析法などを用いて前記入力画像を分析することにより最適な閾値を決定していた。

【0008】以下、図17を参照してフレーム間差分画像から動物体を抽出する際の閾値を決定する従来の閾値決定装置について説明する。図17において、1020はフレームメモリ、1021は遅延フレームメモリ、1022は差分器、1023はヒストグラム算出部、1024は判別分析部、1025、1026は端子である。

【0009】以上のように構成された閾値決定装置について、以下その動作を説明する。端子1025から入力された原画像は、フレームメモリ1020に記憶される。遅延フレームメモリ1021には、予め定められた遅延時間だけ前のフレームメモリ1020の内容が記憶される。差分器1022は、フレームメモリ1020、並びに、遅延フレームメモリ1021から対応する画素値を読み出し、その差分値をヒストグラム算出部1023へ出力する。ヒストグラム算出部1023では、差分器1022から出力される差分画像の画素値のヒストグラムを求め、判別分析部1024へ出力する。判別分析部1024では、ヒストグラム算出部1023から入力されるヒストグラムから判別分析法を用いて閾値を決定し、端子1026から出力する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記、従来の構成の動物体検出装置では、フレーム間差分を求める際のフレーム間隔が予め設定された値に固定であるため、特定の範囲の移動速度を持つ動物体しか安定して抽出できないという課題を有していた。さらに、前記従来の動物体検出装置では、ある範囲に動物体が存在するかしないかの2者択一の出力であるため、追跡装置で動物体検出装置での分析結果を十分に利用することが困難であった。

【0011】また、前記、従来の構成の動物体追跡装置では、動物体検出装置により検出した動物体同士の対応のみを取っているため、動物体が静止して動物体検出装置で検出されなくなると、その動物体の追跡は打ち切られていた。つまり、再び同一の物体が動き出して、再度動物体検出装置により検出されても、以前追跡していた動物体との対応が取れず、全く別の動物体として新たに追跡を始めるという課題を有していた。

【0012】さらに、前記、従来の構成の閾値決定装置では、フレーム間差分画像そのものの分析により閾値を決定するため、動物体の移動速度や大きさに応じて出力される閾値が変動するという課題を有していた。

【0013】さらに、前記従来の構成の動物体検出・追跡装置、及び、閾値決定装置では、フレーム全体に同一の条件を適用していたため、移動速度の異なる複数の動物体が存在する場合や、フレーム内で環境条件が異なる場合、必ずしも全ての動物体に対してフレーム間隔や閾値といった変数を最適な値に設定出来ないという課題を有していた。

【0014】本発明は、前記従来の課題を解決するもので、動物体の移動速度に関らず、安定して動物体を検出する動物体検出装置を提供することを第1の目的とする。

【0015】本発明の第2の目的は、動物体検出装置での分析結果を追跡装置において有効に活用することで、動物体追跡の精度、及び、検出の精度を向上させた動物体検出装置を提供することである。

【0016】本発明の第3の目的は、動物体が一旦静止して、動物体検出装置により検出出来なくなった後に再び動き出した場合でも、静止前と同一の動物体として追跡を続けられる動物体追跡装置を提供することである。

【0017】本発明の第4の目的は、フレーム間差分を用いて動物体を抽出する際の最適な閾値を動物体の移動速度や大きさの影響を受けずに決定する閾値決定装置を提供することである。

【0018】本発明の第5の目的は、同一画像内に移動速度の異なる複数の動物体が存在する場合や、フレーム内で照明条件が異なる場合でも、全ての動物体に対してフレーム間隔や閾値といった変数を最適な値に設定することで、常に安定して動物体を検出、追跡できる動物体検出・追跡装置と閾値決定装置を提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】第1の目的を達成するため、本発明の動物体検出装置は、動き情報検出部とフレーム間隔制御部とを有している。

【0020】第2の目的を達成するため、本発明の動物体検出装置は、複数の動物体検出部と、前記動物体検出部の出力から領域毎に動物体の存在確率を求める統合処理部とを有している。

【0021】第3の目的を達成するため、本発明の動物体追跡装置は、静止判定部、静止物体特徴記憶部、並びに、静止物体対応付け部とを有している。

【0022】第4の目的を達成するため、本発明の閾値決定装置は、フレーム画像を入力として、フレーム間差分画像の抽出閾値を決定する閾値決定部を有している。

【0023】第5の目的を達成するため、本発明の動物体検出・追跡装置と閾値決定装置は、画像分割部を有している。

【0024】

【作用】第1の目的を達成するための前記構成によって、動き情報抽出部で抽出した動物体の動き情報がフレーム間隔制御部に入力され、フレーム間隔制御部では、検出対象となる動物体の動きに適したフレーム間隔を算出することが可能となる。これにより、フレーム間隔制御部は、フレーム間差分を取る際のフレーム間隔を常に最適な値へと制御できる。

【0025】第2の目的を達成するための前記構成によって、複数の動物体検出部からの出力結果を基に、統合処理部では、領域毎の動物体の存在確率を求めることが可能となる。この結果、動物体の追跡処理においても、動物体検出装置での分析結果を有効に利用することが可能となり、追跡精度が向上する。また、追跡処理の段階で対応の取れない領域を除去出来るため、動物体の検出精度も向上する。

【0026】第3の目的を達成するための前記構成によって、静止判定部により動物体の静止を確認した後、静止物体特徴記憶部に静止した動物体に関する特徴を記憶しておくことが可能となる。これにより、一旦静止した動物体が再び動き始めた場合でも、新たに検出された動物体の特徴と静止物体特徴記憶部に記憶されている静止物体の特徴とを照合することが可能となり、追跡を続行できる。

【0027】第4の目的を達成するための前記構成によって、フレーム間差分画像から動物体を検出する際の閾値をフレーム画像から一意に決定できる。

【0028】第5の目的を達成するための前記構成によって、画像分割部により画像を複数の領域に分割することで、フレーム間差分を取る際のフレーム間隔や、動物体検出の際の閾値などを分割された領域毎に最適な値に決定出来るので、安定した動物体の検出・追跡が可能となる。

【0029】

【実施例】

【実施例1】以下本発明の第1の実施例について、図面を参照しながら説明する。図1は本発明の第1の実施例における動物体追跡装置の構成を示す図である。図1において、10は画像分割部、11はフレーム間差分型動物体検出部、12は背景差分型動物体検出部、13は統合処理部、14は動物体追跡部、15、16は端子である。

【0030】以下、本実施例の動作を説明する。端子15から入力された原画像は、画像分割部10、フレーム間差分型動物体検出部11、背景差分型動物体検出部12、動物体追跡部14にそれぞれ入力される。画像分割部10では、例えば、水平16画素、垂直16画素の計256画素を構成要素とする、予め定められた大きさのブロックに端子15からの入力画像を分割する。分割した結果は、フレーム間差分型動物体検出部11、背景差

分型動物体検出部 1 2 にそれぞれ出力される。フレーム間差分型動物体検出部 1 1 では、画像分割部 1 0 からの分割結果毎に、フレーム間差分を用いて端子 1 5 からの入力画像中の動物体を検出する。このとき、フレーム間差分型動物体検出部 1 1 では、自己の検出結果、並びに、背景差分型動物体検出部 1 2 での検出結果を用いてフレーム間差分を取る際のフレーム間隔を制御する。背景差分型動物体検出部 1 2 では、端子 1 5 からの入力画像と、これまでに入力された画像から画像分割部 1 0 の分割結果毎に作成した背景画像との差分を取ることにより動物体を検出する。フレーム間差分型動物体検出部 1 1 、並びに、背景差分型動物体検出部 1 2 の検出結果は、統合処理部 1 3 へと入力され、画素毎に動物体の存在確率が算出される。動物体追跡部 1 4 では、統合処理部 1 3 から入力された動物体の存在確率に基づいて、フレーム間での動物体を対応付け、端子 1 6 から出力する。

【0031】次に、図2を参照して図1におけるフレーム間差分型動物体検出部 1 1 のさらに詳細な構成、及び、動作について説明する。図2において、2 0 は閾値決定部、2 1 は動き情報抽出部、2 2 はフレーム間差分動物体検出部、2 3 はフレーム間隔制御部である。

【0032】以下、その動作を説明する。閾値決定部 2 0 は、画像分割部 1 0 から入力される分割領域毎に、端子 1 5 から入力される原画像から動物体を検出する際の2値化の閾値を直接決定する。動き情報抽出部 2 1 では、端子 1 5 から入力される原画像を用いて、動物体毎のオプティカルフロー（水平、垂直の各成分を持つ2次元ベクトル）を算出してフレーム間隔制御部 2 3 へと出力する。その際、動き情報抽出部 2 1 では、背景差分型動物体検出部 1 2 、並びに、フレーム間差分動物体検出部 2 2 から入力される検出結果を用いてオプティカルフローの検出範囲を制限する。なお、オプティカルフローとしては、画像分割部 1 0 から入力される分割領域毎の平均値が出力される。また、オプティカルフローを検出しない領域のオプティカルフローは0とする。フレーム間隔制御部 2 3 では、動き情報抽出部 2 1 から入力されるオプティカルフローの各成分が1以上の場合はフレーム間隔として1を、1未満の場合は各成分を整数倍した値の少なくとも1つが1以上になる最少の整数を、それぞれフレーム間隔として出力する。但し、フレーム間隔の最大値を、例えば5に制限して、動きの小さすぎるものを検出から除外する。フレーム間差分動物体検出部 2 2 では、画像分割部 1 0 から入力される分割領域毎に、フレーム間隔制御部 2 3 から入力されるフレーム間隔で、端子 1 5 から入力される画像のフレーム間差分を取り、閾値決定部 2 0 から入力される閾値によって動物体を検出する。検出結果は統合処理部 1 3 へ出力される。

【0033】次に、図3を参照して図2におけるフレーム間差分動物体検出部 2 2 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図3において、3 0 はフレームメモリ、3 1 は遅延フレームメモリ、3 2 は差分器、3 3 は2値化部、3 4 はラベル付け部である。

【0034】以下、その動作を説明する。端子 1 5 から入力された原画像は、フレームメモリ 3 0 に記憶される。遅延フレームメモリ 3 1 は、分割領域毎にフレーム間隔制御部 2 3 から入力されるフレーム間隔数だけ以前のフレーム内容を記憶する。差分器 3 2 は、フレームメモリ 3 0 と遅延フレームメモリ 3 1 との画素毎の差分を取り、2値化部 3 3 へと出力する。2値化部 3 3 では、閾値決定部 2 0 から入力される閾値により、差分器 3 2 からの出力を分割領域毎に2値化する。なお、画像分割部 1 0 からの画像分割結果が遅延フレームメモリ 3 1 、並びに、2値化部 3 3 へと入力される。ラベル付け部 3 4 では、2値化部 3 3 からの出力を閉領域の塗り潰し処理した後、閉領域毎に異なったラベルをつけて統合処理部 1 3 へ出力する。

【0035】次に、図4を参照して図2における動き情報抽出部 2 1 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図4において、4 0 はフレームメモリ、4 1 は遅延フレームメモリ、4 2 は対象制限部、4 3 はオプティカルフロー算出部、4 4 はオプティカルフロー平均部である。

【0036】以下、その動作を説明する。端子 1 5 から入力された原画像は、フレームメモリ 4 0 に記憶される。遅延フレームメモリ 4 1 には、1フレーム前のフレームメモリ 4 0 の内容が記憶される。対象制限部 4 2 では、画像分割部 1 0 から入力される画像の分割結果毎に、背景差分型動物体検出部 1 2 、及び、フレーム間差分動物体検出部 2 2 から入力される動物体がその中に含まれるかどうかを判定する。中に含まれる場合はオプティカルフローの算出対象とし、含まれない場合は算出対象から除外して、オプティカルフローの算出範囲を制限する。オプティカルフロー算出部 4 3 では、オプティカルフローの算出対象となった画素のオプティカルフローを勾配法により算出し、オプティカルフロー平均部 4 4 へ出力する。オプティカルフロー平均部 4 4 では、画像分割部 1 0 から入力される分割領域毎にオプティカルフローの平均を求め、フレーム間隔制御部 2 3 へその結果を出力する。

【0037】次に、図5を参照して図1における背景差分型動物体検出部 1 2 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図5において、5 0 はフレームメモリ、5 1 はモードフィルタ、5 2 は背景メモリ、5 3 は差分器、5 4 は2値化部、5 5 はラベル付け部である。

【0038】以下、その動作を説明する。端子 1 5 から入力された原画像は、フレームメモリ 5 0 に記憶される。モードフィルタ 5 1 では、画像分割部 1 0 から入力される画面の分割結果毎に予め定められた枚数のフレームから画素毎の最頻値を求めて、背景メモリ 5 2 へ格納す

る。差分器 5 3 は、フレームメモリ 5 0 の現在のフレームの値と、背景メモリ 5 2 の値との差分値を画素毎に計算する。2 値化部 5 4 では、差分器 5 3 からの出力を予め定められた閾値で 2 値化し、ラベル付け部 5 5 に出力する。ラベル付け部 5 5 では、2 値化部 5 4 から入力される 2 値画像を領域毎にラベル付けし、統合処理部 1 3 へ出力する。

【0039】次に、図 6 を参照して図 1 における統合処理部 1 3 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 6 において、6 0 は正規化部、6 1 は加算器、6 2 はメモリ、6 3 は確率算出部である。

【0040】以下、その動作を説明する。正規化部 6 0 では、フレーム間差分型動物体検出部 1 1、及び、背景差分型動物体検出部 1 2 から入力される動物体の検出結果を予め定められた範囲の数値に変換する。例えば、2 つの動物体検出部 1 1、1 2 からその検出結果を入力される場合、それぞれの検出結果に、動物体が検出された画素については 1 の値を、それ以外の画素については 0 の値をつける。これらの出力は、動物体検出部 1 1、1 2 毎に output され、加算器 6 1 によりメモリ 6 2 に記憶されているこれまでの画素毎の加算結果に加算される。確率算出部 6 3 では、メモリ 6 2 から画素毎の加算結果を読み出し、動物体の存在確率を計算する。例えば、前記 2 つの動物体検出部 1 1、1 2 からの入力を処理する場合は、メモリ 6 2 に記憶されている各画素の加算結果を $1/2$ 倍して、動物体の存在確率とする。メモリ 6 2 内のデータは、各フレームの処理が終了する度に全て 0 にクリアされる。なお、正規化部 6 0 では、例えば、主として動きの大きな動物体を検出したい場合には、フレーム間差分型動物体検出部 1 1 からの出力に大きな値をつける、動きの小さな動物体を検出したい場合には、背景差分型動物体検出部 1 2 からの出力に大きな値をつけるなどして、目的に応じて各動物体検出部からの出力を重み付けることで、検出精度を向上することも可能である。

【0041】次に、図 7 を参照して図 1 における動物体追跡部 1 4 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 7 において、7 0 は動物体特徴抽出部、7 1 は動物体特徴記憶部、7 2 は動物体対応付け部、7 3 は静止判定部、7 4 は静止物体特徴記憶部、7 5 は静止物体対応付け部、7 6 は静止物体特徴抽出部である。

【0042】以下、その動作を説明する。動物体特徴抽出部 7 0 では、統合処理部 1 3 から入力される動物体の検出結果と端子 1 5 から入力される原画像とから、各動物体の特徴を抽出する。抽出した特徴は、動物体特徴記憶部 7 1 に格納するとともに、動物体対応付け部 7 2 へ出力する。動物体対応付け部 7 2 では、動物体特徴抽出部 7 0 から入力される現在の動物体の特徴と、動物体特徴記憶部 7 1 から呼び出した過去の動物体の特徴とを比較して、フレーム間で動物体を対応付ける。静止判定部 7 3 では、動物体対応付け部 7 2 の対応付け結果を用い

て、例えば、重心位置の移動距離から動物体の移動速度を算出し、動物体が静止したかどうかを判定する。静止判定部 7 3 により、静止したと判定された動物体については、動物体特徴記憶部 7 1 の対応する動物体に関する記憶内容、並びに、静止物体特徴抽出部 7 6 により新たに抽出した特徴を静止物体特徴記憶部 7 4 へと格納する。静止物体対応付け部 7 5 では、静止物体が存在する場合、つまり、静止物体特徴記憶部 7 4 に静止物体の特徴が格納されている場合は、静止物体特徴記憶部 7 4 の内容と、順次更新される動物体特徴記憶部 7 1 の内容とを比較して、現在検出されている動物体と、現存する静止物体とを対応付けることで、静止物体が再び動き始めたかどうかを逐次確認する。動物体と静止物体との対応が取れて、静止物体が再び動きだしたと判定された場合には、静止物体特徴記憶部 7 4 の該当する静止物体に関する特徴を消去する。動物体対応付け部 7 2、及び、静止物体対応付け部 7 5 の対応付け結果は、端子 1 6 から出力される。

【0043】次に、図 8 を参照して図 7 における動物体特徴抽出部 7 0 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 8 において、8 0 は重心算出部、8 1 は平均輝度算出部である。

【0044】以下、その動作を説明する。重心算出部 8 0 では、統合処理部 1 3 から入力された動物体の検出結果から各動物体の重心を求める。本実施例では、統合処理部 1 3 から動物体の存在確率が入力されるので、重心の計算では存在確率の重心を求める。平均輝度算出部 8 1 では、統合処理部 1 3 からの入力を基に、端子 1 5 から入力される原画像を用いて各動物体の平均輝度を求める。平均輝度の算出においては、存在確率で重み付けする。つまり、存在確率が $1/2$ の場合、輝度、個数とともに実際の値の $1/2$ として平均する。重心算出部 8 0、並びに、平均輝度算出部 8 1 の算出結果は動物体対応付け部 7 2 へ出力される。

【0045】次に、図 9 を参照して図 7 における動物体対応付け部 7 2 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 9 において、9 0 は重心距離算出部、9 1 は輝度距離算出部、9 2 は判定部である。

【0046】以下、その動作を説明する。動物体特徴抽出部 7 0 から入力される各動物体の現在、及び、動物体特徴記憶部 7 1 から入力される過去の動物体の重心位置から重心距離算出部 9 0 では、現在と過去との重心距離を算出して、判定部 9 2 へ出力する。また、輝度距離算出部 9 1 では、輝度距離として、動物体特徴抽出部 7 0、並びに、動物体特徴記憶部 7 1 から入力される平均輝度から輝度の絶対差分値を計算して、判定部 9 2 へ出力する。判定部 9 2 では、予め定められた上限値よりも小さい重心距離、輝度距離を持つ動物体同士のうち、重心距離と輝度距離との和が最少となる動物体同士を対応付ける。対応結果、並びに、対応した動物体の重心距

離、輝度距離は、端子 16、及び、静止判定部 73 へ出力される。

【0047】次に、図 10 を参照して図 7 における静止物体対応付け部 75 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 10において、100 は重心距離算出部、101 は輝度距離算出部、102 は判定部である。

【0048】以下、その動作を説明する。静止判定部 73 から静止物体が存在するとの信号を受けると、重心距離算出部 100、及び、輝度距離算出部 101 は、静止物体特徴記憶部 74 から読み出した静止物体の重心位置、輝度平均、並びに、動物体特徴記憶部 71 から入力される新たに検出された動物体の重心位置、輝度平均とから、現在存在する静止物体と新たに検出された動物体との重心距離、輝度距離をそれぞれ算出して、判定部 102 へ出力する。判定部 102 では、重心距離と輝度距離との和が予め定められた値よりも小さいときに既存の静止物体と新たに検出された動物体とを対応付けて、端子 16 から出力する。また、静止物体と動物体との対応が取れた場合、判定部 102 は、静止物体特徴記憶部 74 へ信号を送り、対応のついた静止物体に関する特徴データを消去する。

【0049】次に、図 11 を参照して図 7 における静止物体特徴抽出部 76 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 11 において、110 は平均輝度算出部である。

【0050】以下、その動作を説明する。平均輝度算出部 110 は、静止判定部 73 から静止物体が発生したとの入力を受けた場合、又は、静止物体特徴記憶部 74 に静止物体の特徴が記憶されている場合に、静止物体特徴記憶部 74 に記憶されている静止物体の存在確率を基に、端子 15 から順次入力される原画像を用いて静止物体の平均輝度を算出し、静止物体特徴記憶部 74 の記憶内容を更新する。

【0051】次に、図 12 を用いて図 2 における閾値決定部 20 の更に詳細な構成、及び、動作について説明する。図 12 (a) において、120 は隣接画素間差分値算出部、121 はメモリ、122 は変化率算出部、123 は閾値算出部である。また、図 12 (b) は隣接画素間差分値算出部 120 の構成を示す図であり、126 は遅延素子、127 は差分素子である。

【0052】以下、その動作を説明する。画像分割部 10、及び、端子 15 からは、原画像をラスタスキャンしたときの順番で順次各画素の値が入力される。差分素子 127 は、画像分割部 10、及び、端子 15 から入力された画素値と遅延素子 126 とから入力される 1 画素だけ前の画素値との差分を取り、メモリ 121 へ出力する。メモリ 121 では、このように動作する隣接画素間差分値算出部 120 から出力された隣接画素間差分値を差分値毎にその頻度を求める、差分値毎に定められたメモリ空間に格納する。これにより、フレーム内の隣接画素

間差分値の頻度分布を求めることが出来る。画像内の全ての画素について差分を取り終えた後、変化率算出部 122 は、メモリ 121 に格納された隣接画素間差分値の頻度分布からその変化率を求める。変化率としては、例えば、差分値を i 、頻度分布を $h(i)$ としたとき、 $h(i)/h(i-1)$ とする。閾値算出部 123 では、例えば、 i を 0 から順に 1 ずつ大きくしていき、変化率算出部 122 で算出した変化率が、予め定められた値以上となる最初の値を閾値として、フレーム間差分動物体検出部 22 へ出力する。

【0053】以上、本実施例におけるフレーム間差分型動物体検出部 11 によれば、フレーム間差分動物体検出部 22、動き情報抽出部 21、並びに、フレーム間隔制御部 23 を設けることにより、画像中の動物体の移動速度に適したフレーム間隔でフレーム間差分を取ることが可能となり、動物体の移動速度によらない安定した動物体検出が実現出来る。なお、本実施例では、勾配法によりオブティカルフローを求め、動物体の移動速度を算出しているが、例えば、ブロックマッチング法や動物体の過去の位置の変化から移動速度を算出したりするなど、様々な移動速度算出法と組み合わせることが出来る。

【0054】また、本実施例における統合処理部 13 によれば、正規化部 60 と確率算出部 63 とを設けることにより、単独、又は、複数の動物体検出部 11、12 からの出力を各画素における動物体の存在確率に変換することで、安定した動物体の検出が可能になるとともに、動物体検出部 11、12 での分析結果を動物体追跡部 14 において利用することが可能となり、動物体の追跡精度を向上できる。なお、本実施例では、統合処理部 13 への入力が 2 値画像であるが、各動物体検出部 11、12 に専用の統合処理部を設け、それを 1 つの動物体検出部として、動物体の存在確率を統合処理部への入力としてもよい。

【0055】また、本実施例の動物体追跡部 14 によれば、動物体特徴抽出部 70、動物体特徴記憶部 71、動物体対応付け部 72、静止判定部 73、静止物体特徴記憶部 74、並びに、静止物体対応付け部 75 を設けることにより、画面内で動物体が静止して動物体検出部 11、12 により検出できなくなった後に、再び動き出して動物体として再検出された場合でも、新たに検出された動物体と以前停止した動物体とを対応付けることが出来る。つまり、追跡対象が一旦静止して、再度動き出した場合でも、引き続き同一の物体として追跡を続行することが出来る。更に、静止物体特徴抽出部 76 を設けることにより、静止物体の特徴を逐次更新できるため、物体が静止している間に照明条件が変化してその特徴が大きく変化した場合にも、追跡を続行できる。なお、本実施例では、動物体、静止物体の特徴として輝度平均を用いているが、色情報や輝度の分散値など様々な特徴量を使用出来る。

【0056】また、本実施例における閾値決定部20によれば、隣接画素間差分値算出部120、変化率算出部122、並びに、閾値算出部123を設けることにより、隣接画素間差分値のヒストグラムの変化率を求めることが可能となり、原画像そのものからフレーム間差分画像を2値化する際の閾値を決定出来る。つまり、動物体の動き方や大きさによらない最適な閾値を一意に決定できる。更に、差分画像の作成と独立して閾値を決定できるため、処理時間も短縮できる。なお、本実施例では、全ての水平方向の隣接画素間差分を用いているが、8近傍全での隣接画素間差分を用いたり、サンプリングにより一部の隣接画素間差分のみを用いたりしても良い。

【0057】また、本実施例における画像分割部10によれば、画面内に複数の動物体が存在する場合でも、2値化の閾値やフレーム間差分を取る際のフレーム間隔などの変数を動物体毎に最適値に設定できる。また、照明条件や背景の状態が画面内で大きく変化している場合にも、その状態に応じて背景の作成方法や統合処理部での存在確率の計算方法などを適宜変更することが出来るため、安定して動物体を検出、追跡出来る。なお、本実施例では、予め定められた大きさのブロックに画面を分割しているが、エッジに基づく分割方法や輝度平均に基づく分割方法など既存の画像分割アルゴリズムを用いて分割してもよい。

【0058】(実施例2)以下、本発明の第2の実施例について、図面を参照しながら説明する。図13は本発明の第2の実施例における閾値決定部20Aの構成を示す図であり、他の構成は第1の実施例と同じなので、重複した説明は省略し、ここでは閾値決定部20Aについてのみ説明する。図13において、130は隣接画素間差分値算出部、131はメモリ、132はピーク検出部、133は閾値算出部である。

【0059】以下、その動作を説明する。画像分割部10、及び、端子15からは、原画像をラスタスキャンしたときの順番で順次各画素の値が入力される。隣接画素間差分値算出部130は、図12(b)と同様にして隣接画素間差分値を算出し、差分値毎に定められたメモリ131内のメモリ空間内にその値が発生した頻度を格納する。これにより、フレーム内の隣接画素間差分値の頻度分布を求めることが出来る。ピーク検出部132では、メモリ131に格納された隣接画素間差分値の頻度分布がピークとなる値、及び、その時の頻度を求め、画面全体の画素数から、隣接画素間差分値がピーク値を取る確率Pを求める。閾値算出部133は、ピーク検出部132から入力されるピーク値を取る確率Pと、予め定められた有意水準から求められる棄却域の上限値Rとから、正規分布を仮定したときに得られる下記の式(1)により閾値Tを求める。この閾値Tは、フレーム間差分動物体検出部22へ出力される。

$$T = \sqrt{(2\pi)} P \quad \dots \quad (1)$$

【0060】以上、本実施例の閾値決定部20Aによれば、隣接画素間差分値算出部130、ピーク検出部132、並びに、閾値決定部133を設けることにより、隣接画素間差分値のヒストグラムのピーク値を求めることが可能となり、原画像そのものからフレーム間差分画像を2値化する際の閾値を一意に決定出来る。つまり、動物体の動き方や大きさによらない最適な閾値を決定できる。更に、差分画像の作成と独立して閾値を決定できるため、処理時間も短縮できる。

【0061】(実施例3)以下、本発明の第3の実施例について、図面を参照しながら説明する。図14は本発明の第3の実施例における閾値決定部20Bの構成を示す図であり、他の構成は第1の実施例と同じなので、重複した説明は省略し、ここでは閾値決定部20Bについてのみ説明する。図14(a)において、140は隣接画素間差分値算出部、141は頻度算出部、142は閾値算出部である。また、図14(b)は頻度算出部141の構成を示す図であり、145は判定部、146はカウンタである。

【0062】以下、その動作を説明する。画像分割部10、及び、端子15からは、原画像をラスタスキャンしたときの順番で順次各画素の値が入力される。隣接画素間差分値算出部140は、図12(b)と同様にして隣接画素間差分値を算出し、頻度算出部141へと出力する。頻度算出部141では、判定部145が、入力された隣接画素間差分値がピーク値として予め予測された値に等しい場合に、その旨をカウンタ146に通知する。カウンタ146は、判定部145からの通知数を画像毎にカウントし、フレーム毎にその数を閾値算出部142へ出力する。これにより、カウンタ146は、ピーク値として予め予測された値と一致した隣接画素間差分値の個数をカウントできる。閾値算出部142では、頻度算出部141の出力と画面内の画素数とから、隣接画素間差分値がピーク値として予め予測された値を取る確率Pを求め、予め定められた有意水準から求められる棄却域の上限値Rを用いて正規分布を仮定したときに得られる前記式(1)により閾値Tを求める。この閾値は、フレーム間差分動物体検出部22へ出力される。

【0063】以上、本実施例の閾値決定部20Bによれば、隣接画素間差分値算出部140、頻度算出部141、並びに、閾値決定部142を設けることにより、簡易な構成により安定した閾値を決定出来る。更に、差分処理の終了と同時に閾値を決定できるため処理時間が短縮される。

【0064】

【発明の効果】以上のように、本発明のフレーム間差分型動物体検出装置によれば、動き情報抽出部、並びに、フレーム間隔制御部を設けることにより、動物体の移動速度によらず常に安定して動物体を検出できる優れ

たフレーム間差分型動物体検出装置を実現できるものである。

【0065】また、本発明の動物体検出装置によれば、確率算出部をその構成要素とする統合処理部を設けることにより、安定して動物体を検出でき、かつ、高精度の動物体追跡を可能にする優れた動物体検出装置を実現できるものである。

【0066】また、本発明の動物体追跡装置によれば、静止判定部、静止物体特徴記憶部、並びに、静止物体対応付け部を設けることにより、追跡対象が長時間静止した場合でも対象を追跡することができる優れた動物体追跡装置を実現できるものである。

【0067】また、本発明の閾値決定装置によれば、隣接画素間差分値算出部と閾値算出部とを設けることにより、原画像そのものからフレーム間差分画像を2値化する際の閾値を決定することで、動物体の動き方や大きさによらず常に最適な閾値を決定出来る優れた閾値決定装置を実現できるものである。

【0068】また、本発明の動物体検出・追跡装置と閾値決定装置によれば、画像分割部を設けることにより、個々の動物体や領域毎に異なる照明条件に適した処理を実現することで、安定して動物体を検出、追跡できる優れた動物体検出・追跡装置と閾値決定装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における動物体追跡装置の構成を示すブロック図

【図2】第1の実施例におけるフレーム間差分型動物体検出部の構成を示すブロック図

【図3】同フレーム間差分型動物体検出部におけるフレーム間差分動物体検出部の構成を示すブロック図

【図4】同フレーム間差分型動物体検出部における動き情報抽出部の構成を示すブロック図

【図5】第1の実施例における背景差分型動物体検出部の構成を示すブロック図

【図6】第1の実施例における統合処理部の構成を示すブロック図

【図7】第1の実施例における動物体追跡部の構成を示すブロック図

【図8】同動物体追跡部における動物体特徴抽出部の構成を示すブロック図

【図9】同動物体追跡部における動物体対応付け部の構成を示すブロック図

【図10】同動物体追跡部における静止物体対応付け部の構成を示すブロック図

【図11】同動物体追跡部における静止物体特徴抽出部の構成を示すブロック図

【図12】(a)は第1の実施例のフレーム間差分型動物体検出部における閾値決定部の構成を示すブロック図

(b)同閾値決定部における隣接画素間差分値算出部の

構成を示すブロック図

【図13】本発明の第2の実施例における閾値決定部の構成を示すブロック図

【図14】(a)は本発明の第3の実施例における閾値決定部の構成を示すブロック図

(b)同閾値決定部における頻度算出部の構成を示すブロック図

【図15】従来の動物体追跡装置の構成を示すブロック図

【図16】従来の背景差分とフレーム間差分とを併用した動物体検出装置の構成を示すブロック図

【図17】従来の閾値決定装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

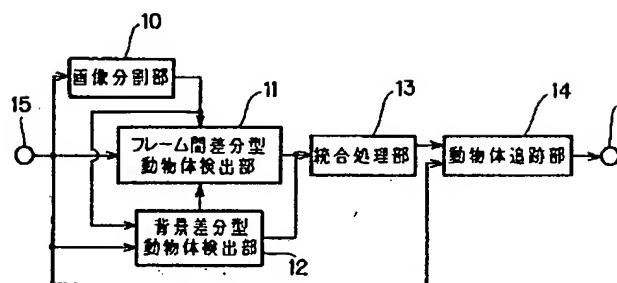
- 1 0 画像分割部
- 1 1 フレーム間差分型動物体検出部
- 1 2 背景差分型動物体検出部
- 1 3 統合処理部
- 1 4 動物体追跡部
- 2 0 閾値決定部
- 2 1 動き情報抽出部
- 2 2 フレーム間差分動物体検出部
- 2 3 フレーム間隔制御部
- 3 0 フレームメモリ
- 3 1 遅延フレームメモリ
- 3 2 差分器
- 3 3 2値化部
- 3 4 ラベル付け部
- 4 0 フレームメモリ
- 4 1 遅延フレームメモリ
- 4 2 対象制限部
- 4 3 オプティカルフロー算出部
- 4 4 オプティカルフロー平均部
- 5 0 フレームメモリ
- 5 1 モードフィルタ
- 5 2 背景メモリ
- 5 3 差分器
- 5 4 2値化部
- 5 5 ラベル付け部
- 6 0 正規化部
- 6 1 差分器
- 6 2 メモリ
- 6 3 確率算出部
- 7 0 動物体特徴抽出部
- 7 1 動物体特徴記憶部
- 7 2 動物体対応付け部
- 7 3 静止判定部
- 7 4 静止物体特徴記憶部
- 7 5 静止物体対応付け部
- 7 6 静止物体特徴抽出部
- 8 0 重心算出部

8 1 平均輝度算出部
 9 0 重心距離算出部
 9 1 頻度距離算出部
 9 2 判定部
 1 0 0 重心距離算出部
 1 0 1 頻度距離算出部
 1 0 2 判定部
 1 1 0 平均輝度算出部
 1 2 0 隣接画素間差分値算出部
 1 2 1 メモリ
 1 2 2 变化率算出部
 1 2 3 閾値算出部
 1 2 6 遅延素子
 1 2 7 差分器
 1 3 0 隣接画素間差分値算出部
 1 3 1 メモリ
 1 3 2 ピーク検出部
 1 3 3 閾値算出部
 1 4 0 隣接画素間差分値算出部
 1 4 1 頻度算出部

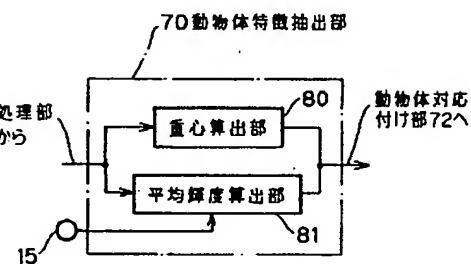
【図1】

1 4 2 閾値算出部
 1 4 5 判定部
 1 4 6 カウンタ
 1 0 0 0 フレームメモリ
 1 0 0 1 遅延フレームメモリ
 1 0 0 2 差分器
 1 0 0 3 2値化部
 1 0 0 4 ラベル付け部
 1 0 0 5 フレームメモリ
 1 0 0 6 遅延フレームメモリ
 1 0 0 7 動物体追跡部
 1 0 1 0 フレーム間差分型動物体検出部
 1 0 1 1 背景差分型動物体検出部
 1 0 1 2 統合処理部
 1 0 2 0 フレームメモリ
 1 0 2 1 遅延フレームメモリ
 1 0 2 2 差分器
 1 0 2 3 ヒストグラム算出部
 1 0 2 4 判別分析部

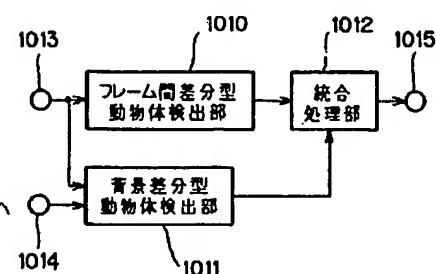
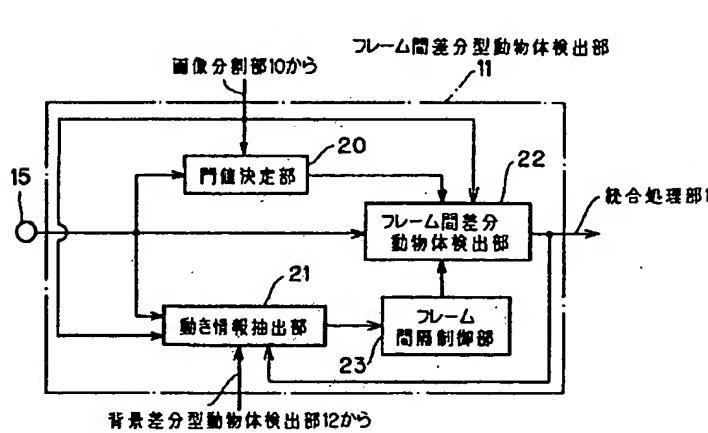
【図8】



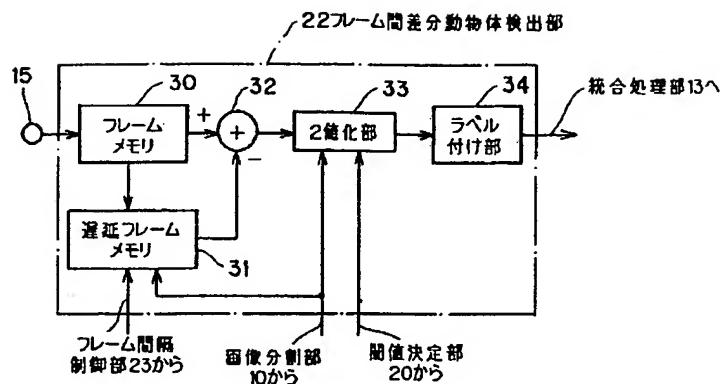
【図2】



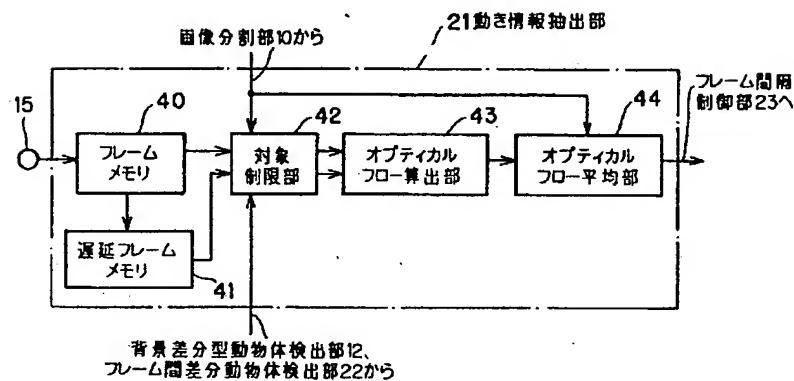
【図16】



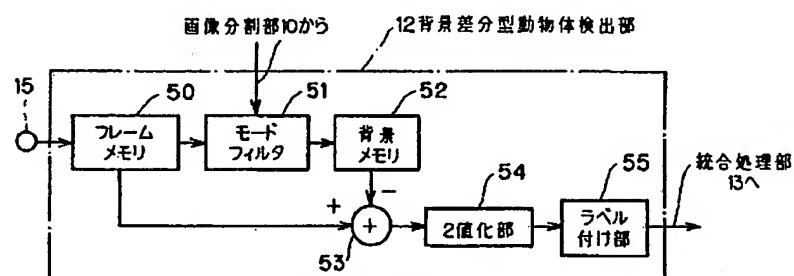
【図3】



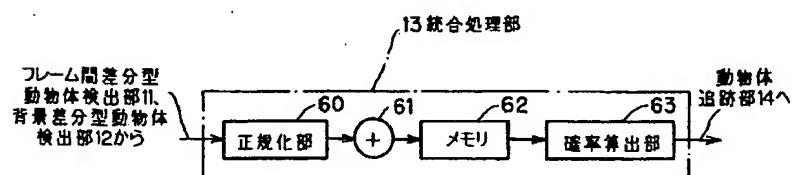
【図4】



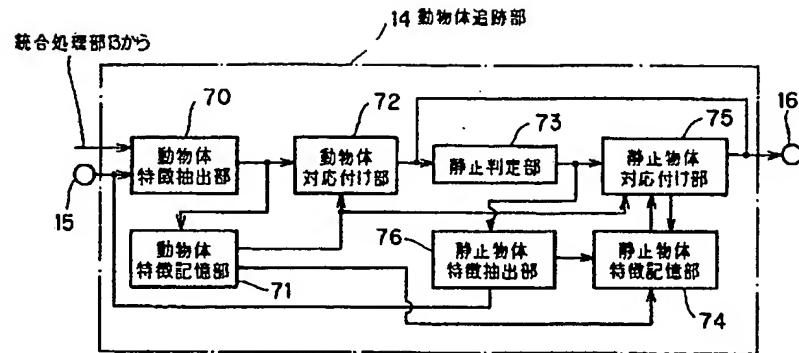
【図5】



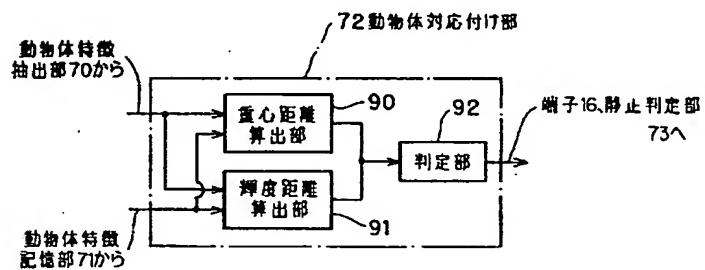
【図6】



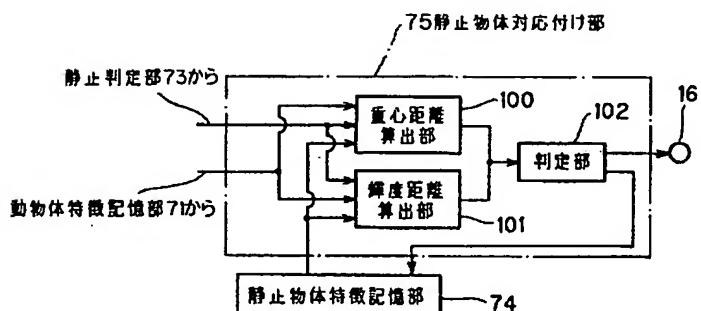
【図 7】



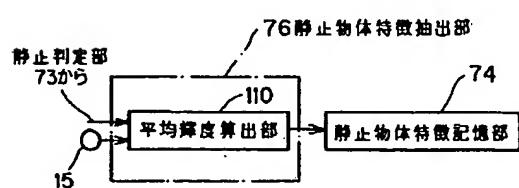
【図 9】



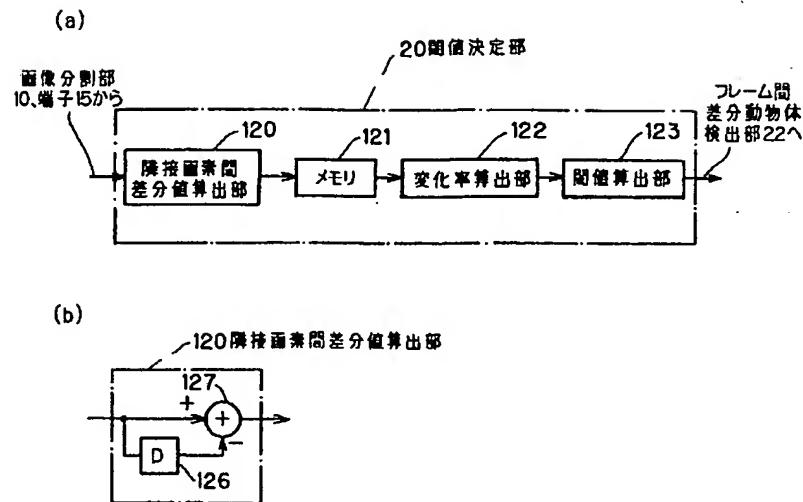
【図 10】



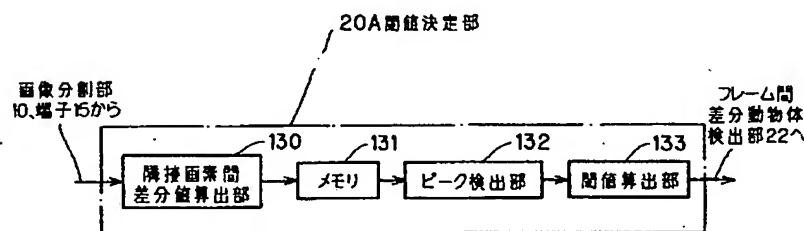
【図 11】



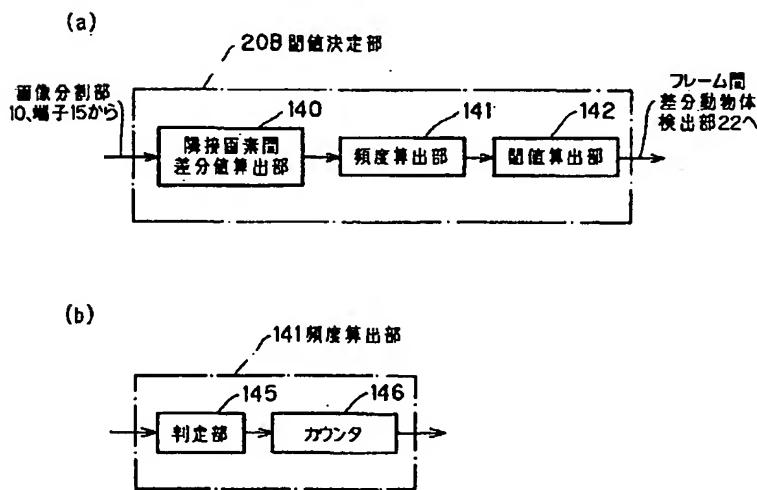
【図12】



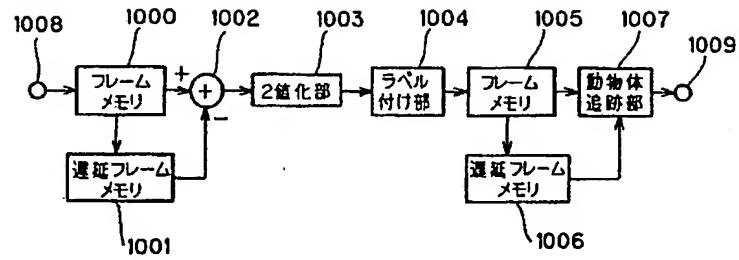
【図13】



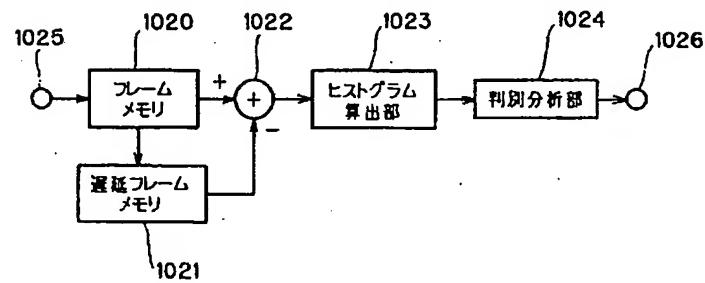
【図14】



【図15】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 北 村 健 児
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 田 中 武 久
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 藤 岡 利 和
神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1
号 松下技研株式会社内

(72)発明者 森 真 人
神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号
東京電力株式会社システム研究所内